

# 원심펌프의 효율측정

## 1. 실험 목적

- 1) 일정한 회전 속도로 운전하고 있는 Centrifugal pump에 대해서 각 양수 량에서의 양정(H), 수동력(L), 축동력(Ls) 및 효율을 구하고 유량에 대한 관계를 비교하여 그 특성을 이해하고 펌프의 운전성능을 검토하고 나아가 동작물질(물)을 수반하는 유체 기계의 제반 성질을 이해하는데 그 목적이 있다.
- 2) 최고 효율점의 유량, 양정, 회전수들 기초로 하여 비교 회전도를 계산한다.
- 3) 펌프는 기계적 에너지를 주어서 유체 에너지를 얻는 장치로서 그 중 원심 펌프는 70%를 접하는 중요한 장치이다.

## 2. 이론

펌프의 양정(Head, H)은 펌프의 입구와 출구에 있어서의 유체 1kg당이 가지는 에너지 차로서 단위 무게의 액체가 펌프를 지나는 동안 얻는 에너지로 정의된다. 그러므로 펌프의 입구와 출구에 베르누이 방정식을 적용하면 양정 H는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma} + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} + Z_d - Z_s \quad \text{where } \gamma = \rho g$$

이 식에서  $P_d, P_s$ 는 송출, 흡입관 내의 압력을 표시한다.

$P_d(P_3)$ : gauge1 Baudon Pressure Gauge

$P_s(P_2)$ : gauge2 Vacuum Gauge (mmHg)

$Z_d - Z_s$ : 양쪽 압력계 1,2의 수직거리 (0.26m)

$V_d, V_s$ 는 송출관 흡입관의 속도로서 weir를 이용 측정한다. 만일 송출관경과 흡입관경이 같을 때  $ds = dd$ 이면  $V_s = V_d$ 로서 식 중 제 2,3항이 소거되며, 다음 식이 액주계수두라고 불리는 식이다.

$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma} [m] \quad \text{또는} \quad \Delta P = P_d - P_s [Pa] \quad (760 \text{ mmHg} = 101.3 \text{ kPa})$$

$$Q = C_d A_1 \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho \left( \frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)}}$$

$A_1 = \text{Venturi Inlet Area (m}^2\text{)}$

$A_2 = \text{Venturi Throat Area (m}^2\text{)}$

$C_d = \text{유출계수 (본 장치의 } C_d = 0.97\text{)}$

$\rho = \text{물의 밀도}$

$\Delta P = \text{Pressure drop across the venturi}$

그리고 유량은 다음의 벤츄리관에 관한 식을 이용한다.

유체가 유량 Q로 입, 출구를 통과할 시 얻는 에너지  $L_w$ (수동력)은

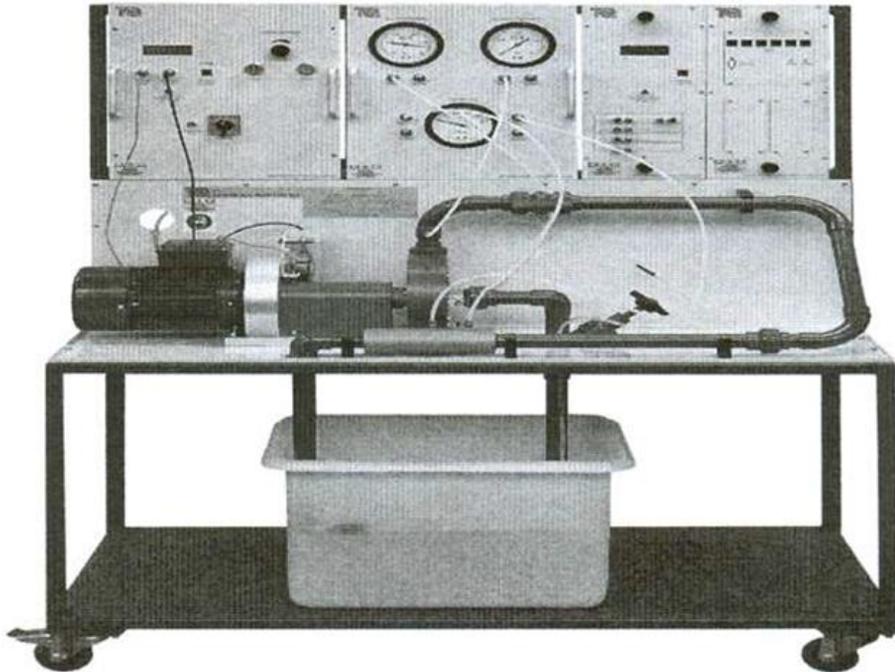
$$L_w = \rho g H Q = \gamma H Q \quad \text{또는} \quad L_w = (P_d - P_s) Q$$

축동력  $L_s$ 는 전동기의 출력이므로 효율은

$$\eta_p = \frac{L_w}{L_s}$$

### 3. 실험 장치

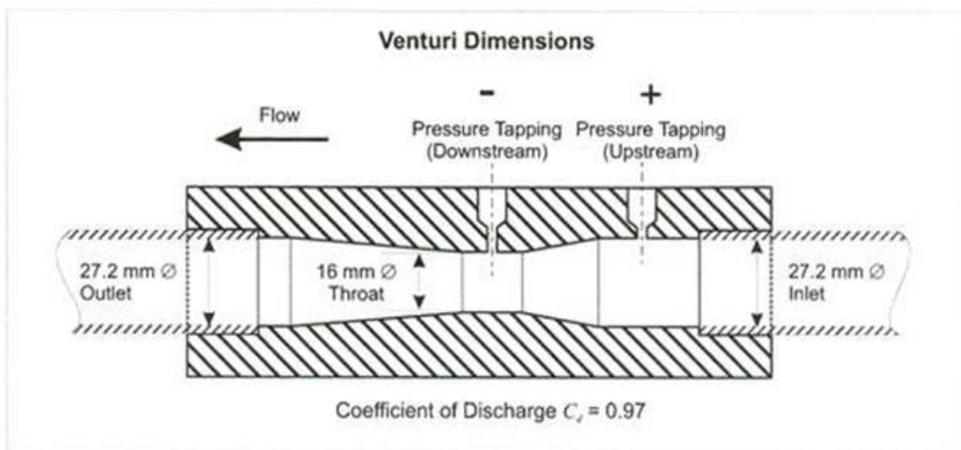
실험 장치는 펌프, 수조, 계측 수조, 유량 조절 밸브, 압력계, 동력계, 벤츄리 등으로 구성되어 있다.



동력계로부터 축동력은 다음 식에 의해서 계산된다.

$$L_s = \frac{2\pi TN}{60}$$

여기서  $T$ 는 torque,  $N$ 은 rpm을 표시한다.



#### 4. 실험 방법

- 1) 수조에 물이 채워져 있는지 확인한다.
- 2) 동력계의 0점을 맞춘다.
- 3) 펌프 케이싱 위에 있는 물맞이 마개를 열고 케이싱에 물이 채워져 있는지 확인하고 물이 없으면 채운다.
- 4) 펌프의 입구 밸브를 전개한다.
- 5) 펌프 출구 밸브를 닫고 모터를 구동시킨 후 서서히 출구 밸브를 열어 전개한다. 출구밸브를 닫고 즉 유량을 0으로 하여 운전하는 것을 체절운전이라고 한다. 이 때 체절상태에서 3 - 4 분 이상 작동시키면 글랜드에 무리가 가고 또 출구밸브를 전개한 상태에서 시동하면 모터에 무리가 가므로 주의해야 한다.
- 6) 정상상태에 도달하면 다음 사항을 측정하여 기록한다.
  - venturi에서의 압력차( $\Delta p$ )
  - 모터의 회전수, 토크를 기록
  - $P_s(P2)$ ,  $P_d(P3)$  를 기록
- 7) 모터의 회전 속도를 저속으로 하고 이때부터 적당한 간격으로 회전속도를 올려가면서 유량의 양을 계산한다.(5단계)
- 8) 유량(Q), 양정(H), 축동력( $L_s$ ) 및 효율을 계산하고 그래프의 횡축에 유량, 종축에 양정, 축동력, 효율을 잡아 이 펌프의 특성 곡선을 그린다.

#### 5. 실험 데이터

※ data 계산(sample)

$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma} = \frac{(-2 - (-12)) \times 10^3}{10^3 \times 9.81} = 1.02m$$

$$Q = C_d A_1 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho \left( \frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)}} = 0.97 \times 5.81 \times 10^{-4} \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 10^3}{10^3 \left( \frac{(5.81 \times 10^{-4})^2}{(2.01 \times 10^{-4})^2} - 1 \right)}} = 9.29 \times 10^{-4} m^3/s$$

$$L_w = \Delta P Q = 10 \times 10^3 \times 9.29 \times 10^{-4} = 9.29 W$$

$$L_s = \frac{2\pi TN}{60} = \frac{2\pi \times 0.23 \times 1006}{60} = 24.23 W$$

$$\eta_p = \frac{L_w}{L_s} \times 100 = \frac{9.29}{24.23} \times 100 = 38.34\%$$

## 6. 실험 결과(sample)

회수		1	2	3	4	5
수 배 면	$\Delta p(\text{kPa})$					
	$P_s(\text{kPa})$					
	$P_d(\text{kPa})$					
	$H(\text{kPa})$					
	$Q(10^{-4})$					
	$L_w(W)$					
추 배 면	$N(\text{rpm})$					
	$T(\text{Nm})$					
	$L_s(W)$					
효율	$\eta(\%)$					

- ① 유량과 양정의 관계 그래프
- ② 유량과 축동력의 관계 그래프
- ③ 유량과 효율과의 관계 그래프
- ④ 수동력, 축동력, 효율의 관계 그래프

## 7. 결론

## 8. 참고 문헌

담당 조교    임현욱  
 연구실       제 1공학관 524호  
 보고서 제출    lhu7358@naver.com  
 기한    메일    다음 실험 전날 24:00  
          보고서    다음 실험 당일